



## キャラクターのこだわりを演出するための分析・制作支援システム

早稲田大学理工学術院

教授 森島 繁生

### 1. はじめに

CG 技術を駆使して個性豊かなキャラクターアニメーションを効率的に生成する方法として、本研究課題では「2次元画像1枚からの顔3次元形状モデルの自動生成」と「ユーザの感性を反映可能な2次元手書きアニメーション制作支援ツール」に関して技術検討を行った。

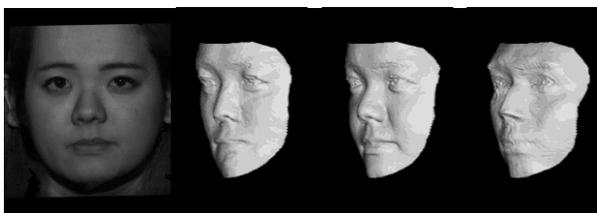
### 2. 3次元顔モデル自動生成技術

まずキャラクターメイキングにおける 3DCG モデルの生成および本人らしさを追求するために「形状」と「質感」の2つの要素に着目した「3D形状」を生成する技術として、人物顔写真に基づき3次元顔モデルを自動生成する技術を提案した。従来手法は特徴点情報に基づき最適化問題により形状復元を行う方式が一般的であったが、処理が高速である反面、形状復元精度には限界があった。そこで、パッチベースの3次元形状復元とテクスチャ再現の技術開発に成功した3次元顔形状モデルと写真をセットとした10名程度の小規模なデータベースにも関わらず、レンジスキヤナ程度の3次元復元精度の実現を果たした。また個人や年齢特徴再現として、パッチベースのテクスチャ合成手法を実現した。図1に正面画像1枚から復元された3次元形状を示す。推定された形状は、レンジスキヤナで精密に計測された正解形状に極めて近く個人

の特徴を反映できていることが確認できる。関連研究として引用した最先端方式では個人の特徴が失われていることが分かる。また、図2は入力にボケた画像を入力した場合の推定結果を示す。本方式の特徴は画像と3次元形状のペアを用意し、パッチ単位で奥行き形状の推定を行うため、元画像の画質に推定精度が大きく左右されない点の特徴であり、従来の方式では画質の劣化によってノイズ成分が増加していることが分かる。

次に、パッチ単位で経年変化テクスチャ合成を行った結果を図3に示す。現画像として左上の著者の写真(50代)を入力とし、左から推定された10代、30代、70代の画像を示す。データベースとして用意すべきものは、各年代の顔画像数十枚程度であり、本人の特徴としては目と鼻に注目して保存し、それ以外の部分は元画像との距離の近いパッチを逐次データベースから選択し、モザイク上に並べ、ポアソンイメージ編集を行った結果である。この際、原画像とパッチとのグローバルな距離と隣接するパッチ間のローカルな距離の双方を考慮して最適化を行っている。この結果、皺や皮膚のたるみ、皮膚の質感変化に関して各年代の特徴を反映し、かつ個性を保持した経年変化シミュレーションが実現できた。また、この方式によって年代変換した画像に対して個人認証システムを用いて性能評価を行ったところ高い確率で個人認証精度が改善できることが確認できた。これは例えば数十年前の指名手配犯や行方不明者の現在の顔を推定する上で高い性能が実現できることを示唆している。

以上のように、パッチベースの画像処理方式を共通に用いて、3次元形状復元とテクスチャの経年変化シミュレーションを比較的小規模のデータベースによって実現することが可能となった。



正面画像 推定形状 正解形状 最先端結果  
図1 正面画像1枚から復元された3次元形状



ボケ画像 推定形状 正解形状 最先端結果  
図2 ボケ画像から復元された3次元形状



10代の推定結果 30代の推定結果 70代の推定結果  
図3 テクスチャ合成による経年変化シミュレーション

### 3. 手書きアニメーション制作支援ツール

近年、LINEの「動く」スタンプやGif画像の普及等に伴い、アニメーション作品を観るだけに留まらず、自ら制作する活動が一般化している。その主な理由は、アニメーションが、絵日記やデッサンといった静止画とは異なり、「動き」によって感情や製作者の感性を直感的に伝えられることが理由である。しかし、パラパラ漫画の制作工程からわかるようにアニメーション制作は滑らかな動きを意識しつつ大量に絵を描く必要があるため、非常に手間のかかる作業である。このような背景から、3DCGモデルや物理方程式を用いたアニメーション制作の効率化を目指す研究が多数行われているものの、これらは複雑な操作を要求する上に、作者の感性や意図（こだわり）を自由に反映することが未だ困難である。そこで本研究では、ペンタブレット上で描いたイラストを直接動かすことで、効率的にアニメーションを生成するシステムを提案した(図4)。提案手法では、ユーザはフレーム上にイラストを描くことで、フレームどうしを滑らかに補間する役割を持つ「中割り画像」を生成する。その際、従来のアニメーション制作で用いられる「トレーシング」を利用することで、従来の中割り画像生成で課題となっていた対応付けの手間を軽減している。さらに、中割りを生成しないように設定した箇所に対しても、事前に用意した動きのデータ(フェードアウトや振動など)を半自動的に付与する機能によって、パラパラ漫画のように前フレームを意識してイラストを描かず、アニメーションを手軽に作成することが可能なツールを実現した。

本システムは、ユーザがイラストを描くための(1)ペンの色や太さを指定する機能、(2)背景の色や指定画像の読み込みに加え、アニメーション制作で一般的に用いられる(3)オニオンスキン機能を有している。操作方法としては、まずユーザは中央に表示されたメイン画面に自由にイラストを描く。左端にアニメーション生成で用いるフレームのコントロールが配置され、マウスクリックによってフレーム番号を指定できる。また、ユーザが描いたフレームを別のフレームにコピーする場合や、フレームの順番を入れ替える場合を想定し、ドラッグアンドドロップ機能を追加している。次にユーザが描いた各ストロークに対してラベリング番号を付与する(初期設定として、ストロークの描き順を基に番号を指定する)。オニオンスキン機能は、前フレームで描いたイラストに付与されたラベリング番号と描いたストロークの形状を提示することで、ユーザが次フレームのイラストを作成する際この順番で描く必要があるかを確認することができる。これによってフレーム間のストローク形状に基づいた中割り形状を生成する際に必要となる対応関係の作成の手間を軽減することができる。下端にラベリング番号のコントロール

が配置されており、ドラッグアンドドロップによって各ストロークに付与されたラベリング番号を変更することができる。内部的には、ユーザによるストローク作成の結果は等間隔サンプリングを行うことでn個の制御点を取得している。表示する際は、制御点間をCatmull Rom Spline曲線を用いることで補間を行っている。離散的な結果を編集する方法として、マウスクリックとドラッグによって、各制御点の位置やストローク全体の位置を移動させる機能も追加している。

本システム上を実際のユーザに使用してもらい、作品作成のユーザスタディを行った5歳から20歳までのユーザ5名が約5分程度で作成した。処理速度に関しては、ユーザが描いたストロークの本数に依存するものの、いずれの作品も60[fps]以上を実現した。また、本システムを使用してもらったユーザからのフィードバックとしては、「自分で描いた手描きの絵が動いたことがうれしい!」「TwitterやFacebookに気軽にアップロードしたい!」「gif画像やLINEのモーションスタンプを自分で作りたい!」「授業の発表スライドに使うイラストやアニメーションとして使いたい!」といったポジティブな意見が得られた。一方で、「描いたイラストをグラデーション化する機能がほしい」「幾何学的なイラストを簡単に作成するために手書きストロークを直線状に補正する機能がほしい」といった1枚のイラストを描く際のサポート機能を希望する意見も得られた。

本研究は、ユーザがペンタブレット上で描いたイラストから簡単にアニメーションを制作するために(1)イラストを構成するストロークに特化した中割り形状の生成手法、(2)事前に用意したデータベースを用いることで、ユーザが描いたストロークに動き情報を付与する半自動機能を開発し、その有用性をユーザスタディで検証した。これらを併用することで、LINEのスタンプといったシンプルなアニメーション作品を簡単に作成できるようになった。

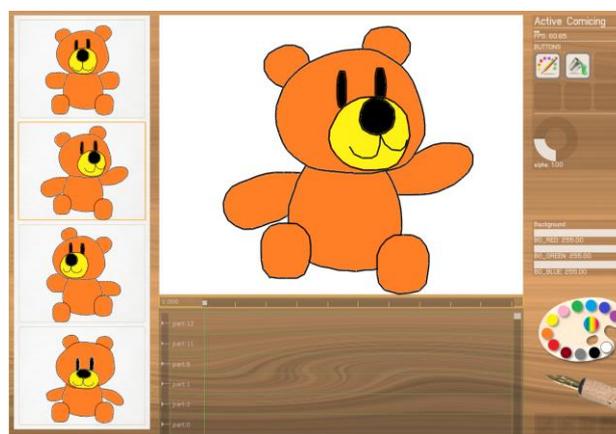


図4 アニメーション作成支援ツールのインターフェース